



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

MODEL PREFABRIKOVANÉ LÁVKY PRO VÝUKU

MODEL OF A PREFABRICATED FOOTBRIDGE FOR TEACHING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Daniel Gaidos

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ STRNAD, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

| | |
|--------------------------------|---|
| Studijní program | B3607 Stavební inženýrství |
| Typ studijního programu | Bakalářský studijní program s prezenční formou studia |
| Studijní obor | 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby |
| Pracoviště | Ústav betonových a zděných konstrukcí |

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

| | |
|------------------------|--------------------------------------|
| Student | Daniel Gaidos |
| Název | Model prefabrikované lávky pro výuku |
| Vedoucí práce | Ing. Jiří Strnad, Ph.D. |
| Datum zadání | 30. 11. 2020 |
| Datum odevzdání | 28. 5. 2021 |

V Brně dne 30. 11. 2020

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

EC a ČSN z oboru betonových staveb (včetně změn a doplňků)

Skripta, podklady a opory používané ve výuce na ÚBZK FAST VUT v Brně

Výpočetní programy pro PC

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Navrhněte konstrukci prefabrikované lávky, určené pro praktickou výuku školení strojníků k získání oprávnění pro obsluhu předpínacích zařízení. Požadavky na lávku. Geometrie ve tvaru oblouku, použití jedné až dvou dvojic předpínacích lan průměru 15,7 mm. Prefabrikáty by neměly přesáhnout hmotnost 50 kg/ks.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti v souladu s platnými směrnici)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy (přehledné, podrobné a detaily v rozsahu určeném vedoucím práce)

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Jiří Strnad, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Predmetom práce bol návrh skúšobného modelu lávky vytvoreného sadov segmentov, spriahnutých predpínacími lanami do jedného nosníku. Vytvorený model má slúžiť ako skúšobný model počas školenia strojníkov na napínacích zariadeniach. Výpočtový model konštrukcie pre výpočet účinkov zaťaženia bol vytvorený vo výpočtovom prostredí programu Scia Engineer 20.0. Posúdenie a dimenzovanie bolo riešené v programe MS Excel. Konštrukcia bola posudzovaná na medzný stav použiteľnosti a únosnosti. Všetky výpočty sa riadia v súčasnosti platnými normami a zásadami výpočtu podľa medzných stavov.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

lávka pre chodcov, segment, betón, predpätie, statický výpočet, model, medzný stav použiteľnosti, medný stav únosnosti

ABSTRACT

The subject of this thesis was to design a test model of a foot bridge built out of sets of blocks, coupled by prestressing monostrands into one beam. Created model will serve as a test model during the training of machinists on tensioning equipment. Static model for results from load cases was created in Scia Engineering 20.0. Assessment and dimensioning were solved in the MS Excel program. The structure was assessed for the limit state of load-bearing capacity and serviceability. Analysis and calculations are compliant to up-to-date codes and respect the fundamentals of analysis due to limit states.

KEYWORDS

pedestrian bridge, segment, concrete, prestressing, static analysis, model, ultimate limit state, serviceability limit state

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Daniel Gaidos *Model prefabrikované lávky pro výuku*. Brno, 2021. 20 s., 85 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a
zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jiří Strnad, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Model prefabrikované lávky pro výuku* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 28. 5. 2021

Daniel Gaidos
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Model prefabrikované lávky pro výuku* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 28. 5. 2021

Daniel Gaidos
autor práce

POĎAKOVANIE

Touto cestu by som chcel poďakovať svojmu vedúcemu práce, pánovi Ing. Jiřímu Strnadovi, Ph.D. za jeho rady, usmernenia a pripomienky, ktoré mi pri tejto téme dal.

Ďalej by som chcel poďakovať mojej rodine a priateľom za podporu a povzbudenie počas celého štúdia.

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| 1 ÚVOD | 9 |
| 2 VARIANTY ŘEŠENIA | 9 |
| 2.1 VARIANT A | 9 |
| 2.2 VARIANT B | 10 |
| 2.3 VARIANT C | 10 |
| 2.4 VÝBER NAJVHODNEJŠIEHO VARIANTU | 11 |
| 3 PREDPÄTÁ LÁVKA | 11 |
| 3.1 GEOMETRIA SEGMENTU | 11 |
| 3.2 GEOMETRIA PÄTNÉHO SEGMENTU | 13 |
| 4 MATERIÁLY JEDNOTLIVÝCH PRVKOV | 14 |
| 4.1 PREDPÍNACIE LANÁ | 14 |
| 4.2 SEGMENTY | 14 |
| 4.3 BETONÁRSKA VÝSTUŽ | 14 |
| 4.4 OCEĽ | 14 |
| 5 ZAŤAŽENIE | 14 |
| 6 VÝPOČTOVÝ MODEL | 15 |
| 7 POSÚDENIE KONŠTRUKCIE | 16 |
| 7.1 MEDZNÝ STAV POUŽITEĽNOSTI | 16 |
| 7.2 OBMEDZENIE NAPÄTIA | 16 |
| 7.2.1 OBMEDZENIE TRHLÍN | 16 |
| 7.3 MEDZNÝ STAV ÚNOSNOSTI | 16 |
| 7.3.1 OHYB | 16 |
| 7.3.2 ŠMYK | 18 |
| 7.3.3 KOTEVNÁ OBLASŤ | 19 |
| 8 ZÁVER | 19 |
| LITERATÚRA | 20 |
| ZOZNAM OBRÁZKOV | 20 |

1 ÚVOD

Prvou požiadavkou bolo vytvoriť rôzne druhy prierezov. Vybrali sme 3, ktorých výhody sme ďalej sledovali. Daný model navrhujeme primárne s ohľadom na jeho realizovateľnosť. Jednotlivé varianty sú detailnejšie popísané v nasledujúcej kapitole.

Podrobný návrh jednotlivých prvkov nosnej konštrukcie bol spracovaný podľa metódy medzných stavov. Pre výpočet účinkov zaťaženia bol použitý program Scia Engineer 20. Model konštrukcie bol modelovaný ako prúťový. K vybranému rezu bola navrhnutá optimálna geometria nosníku, podľa prierezových charakteristík. Následne bol spracovaný statický výpočet, realizačné výkresy betonárskej výstuže a debnenia. Pre lepšiu názornosť bola spracovaná aj vizualizácia modelu v programe SketchUp 2019.

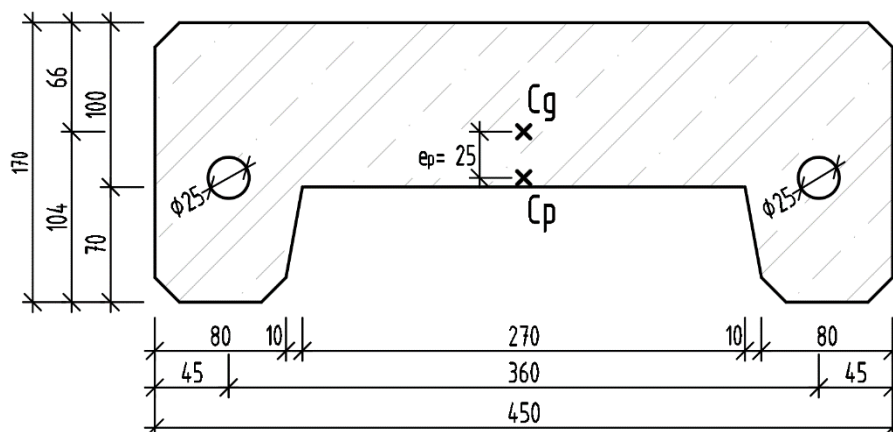
2 VARIANTY RIEŠENIA

Varianty riešenia vychádzajú z požiadavky na vytvorenie smelého nosníka, ktorý bude možné jednoducho a rýchlo rozložiť, prepraviť a znova zložiť. Z toho dôvodu bolo nutné vytvoriť prierez a následne jednotlivé segmenty nosníka, ktorých hmotnosť nebude vysoká. Segmenty uvažujeme dĺžky 40 cm. Na montáž nosníka uvažujeme dve osoby, tým je možné vytvoriť segmenty s hmotnosťou max 100 kg. Hmotnosť segmentu sme prvotne určili do 50 kg, z dôvodu možnosti montáže jednou osobou, od tejto podmienky sme v priebehu návrhu upustili. Ďalším dôležitým aspektom, bola možnosť výškovo pohybovať s polohou dráhy predpínacích lán, aby bolo možné zabezpečiť ideálnu excentricitu, na vyrovnanie ohybových momentov.

2.1 Variant A

Špecifiká:

- Hmotnosť: 55 kg
- Excentricita: variabilná
- Realizovateľnosť: jednoduchá

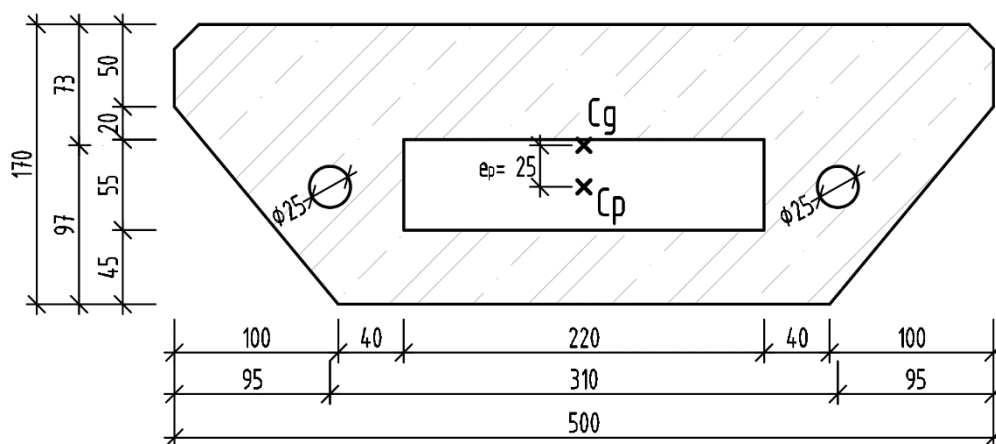


Obr. 1: Prierez, variant A

2.2 Variant B

Špecifiká:

- Hmotnosť: 60 kg
- Excentricita: obmedzená
- Realizovateľnosť: náročná

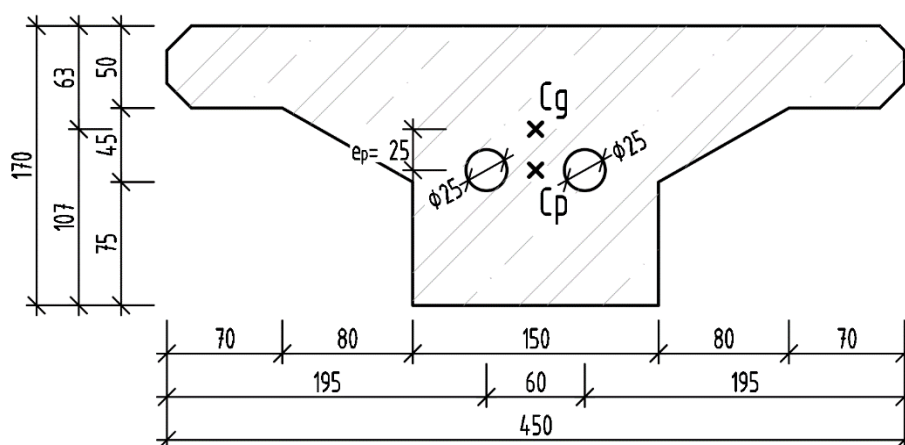


Obr. 2: Prierez, variant B

2.3 Variant C

Špecifiká:

- Hmotnosť: 45 kg
- Excentricita: variabilná
- Realizovateľnosť: jednoduchá



Obr. 3: Prierez, variant C

2.4 Výber najvhodnejšieho variantu

Pri výbere najvhodnejšieho variantu boli zohľadňované hlavne realizačné aspekty budúceho modelu. Zároveň elegantnosť pre laickú verejnosť a zreteľnosť pre budúce školenia a vyučovania.

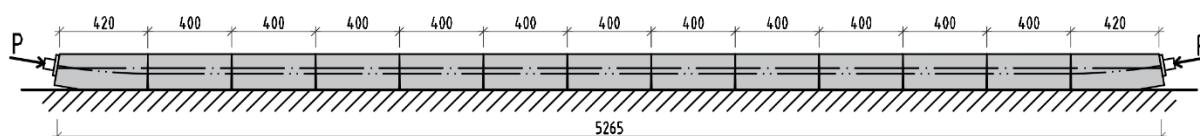
Najvhodnejšie sa javia varianty A a C. Oba varianty majú porovnateľné vlastnosti, avšak z pohľadu zreteľnosti zmien, ktoré nastávajú, počas napínania, variant C dostatočne nespĺňa možnosť dobrej viditeľnosti, pretože hornými ramenami prekrýva stojnu. Za ďalšie nedostatky považujeme nízku stabilitu a náročnú montáž prípadného zábradlia.

Z týchto dôvodov považujeme za najvhodnejší variant A, ktorého realizovateľnosť sa javí ako najjednoduchšia. Jednou z výhod daného variantu je aj jeho stabilita, oproti ostatným variantom.

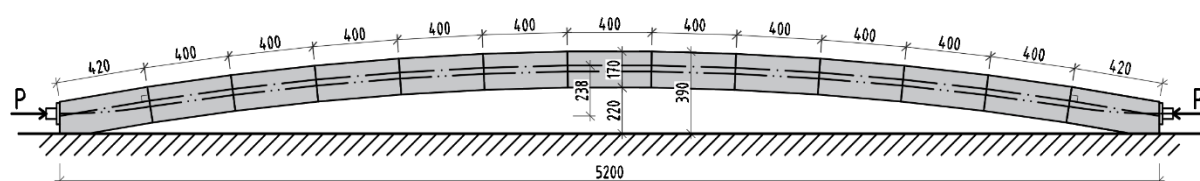
3 PREDPÄTÁ LÁVKA

Po výbere najvhodnejšej varianty prierezu segmentu lávky, môžeme pokračovať s návrhom samotnej lávky. Pri určovaní rozpätia sme zohľadňovali dva aspekty. Jeden nás viedol k čo najväčšiemu rozpätiu, keďže by pri ňom viac vynikli možnosti využitia predpätého betónu, avšak druhý nám v tom bránil, pretože model musí byť hlavne praktický a kompaktný. Rozpätie lávky sme určili v rozmedzí 4,5 - 5,5 m. Tvar lávky sme predpokladali kružnicový, s nízkym vzopätím, ako je vidieť na obr. 5.

Po určení hlavných rozmerov, sme určili finálne rozmery nosníka. Nosník pozostáva z 13 segmentov s dĺžkou 0,4 m a celkové rozpätie je 5,2 m.



Obr. 4: Tvar nosníka v prípravnej polohe

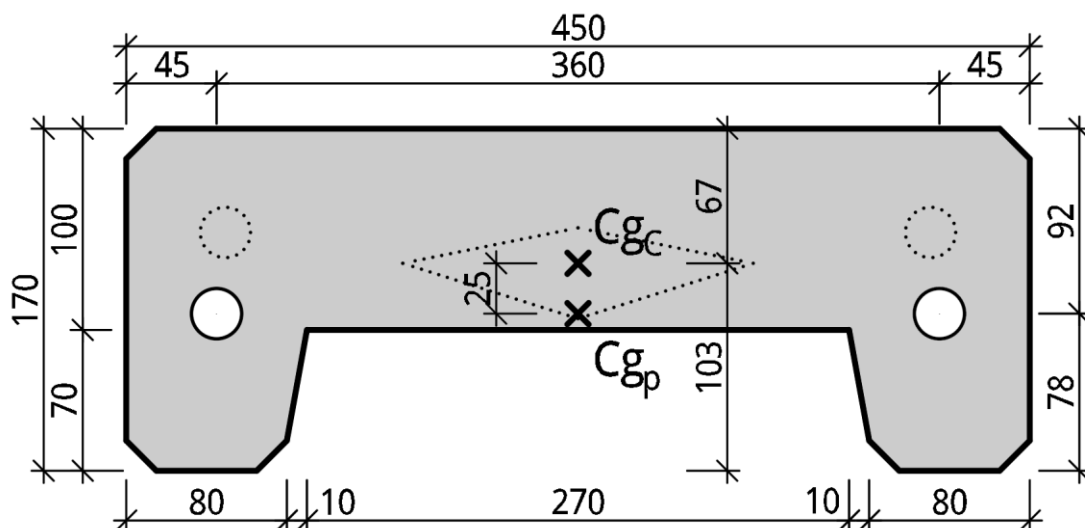


Obr. 5: Tvar nosníka v pracovnej polohe

3.1 Geometria segmentu

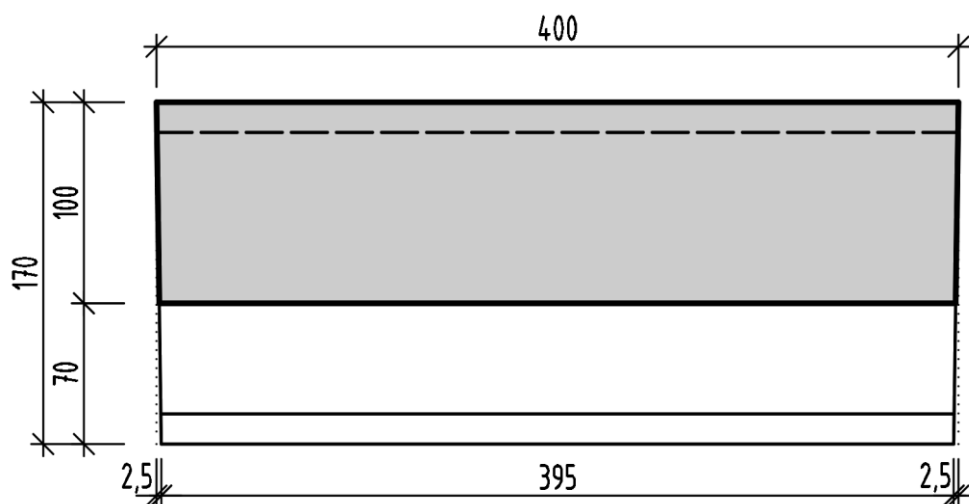
Nosník pozostáva z trinástich segmentov, z jedenástich identických segmentov v poli a dvoch identických pri podpore. Segmenty majú výšku 17 cm, šírku 45 cm a dĺžku 40 cm. Hmotnosť jedného segmentu je 55 kg.

Kanáliky predpínacích lán majú polomer 25 mm a vedené sú priamo v každom segmente. Uhol dvoch na seba nadväzujúcich kanálikov dosahuje $1,6^\circ$, z toho dôvodu nevznikajú veľké radiálne sily v styčných škárach segmentov. Radiálna sila dosahuje silu 3% vodorovnej zložky. Výslednicu sily predpínacích lán sme umiestnili ku hrane jadra prierezu, aby sme predpäťm nevyvodzovali žiadne ťahy v celej konštrukcii. Excentricita predpínacích lán je 25 mm.

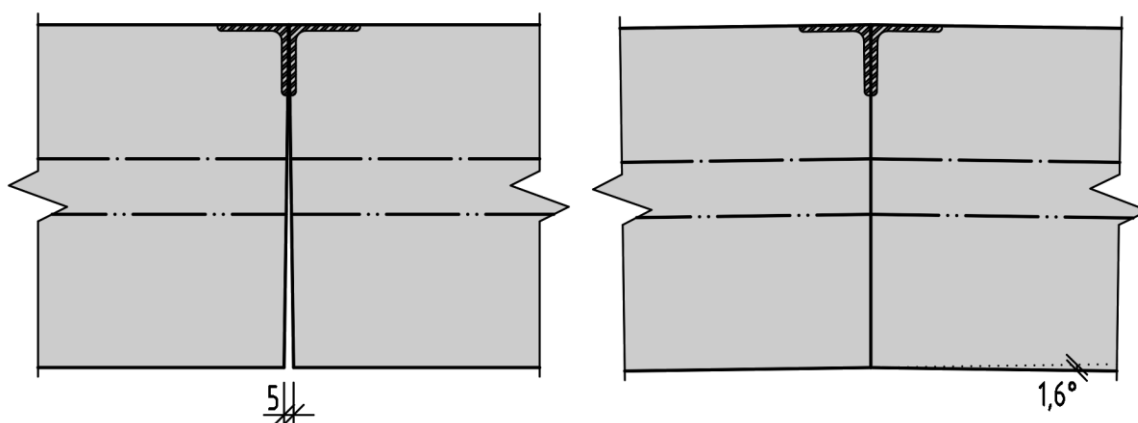


Obr. 6: Pričný rez

Výsledné vzopätie nosníka, bude dosiahnuté geometriou a to zovretím styčnej škáry. Na Obr. 7 je znázornené mierne skosenie bočných strán, ktoré dosahuje hodnotu 2,5 mm na 17 cm výšky. Počas predpínania predpínacích lán budú na segmenty vyvodzované veľké sily, predpínacie laná budú napínané až na silu 393 kN. Pri zvieraní styčných škár sa o seba oprú horné hrany dvoch susediacich segmentov, keďže sila pôsobí v nižšej polohe, dôjde k uzavretiu škáry po celej výške, ako je vidieť na Obr. 8. Horná hrana styčnej škáry je vystužená oceľovým L profilom 35×35×3 mm, aby sa zabránilo poškodeniu tejto hrany počas napínania. Po zovretí všetkých škár sa nosník dostane do pracovnej polohy, v ktorej vzopätie ťažiskovej strednice dosahuje hodnoty 23,8 cm.



Obr. 7: Pozdĺžny rez

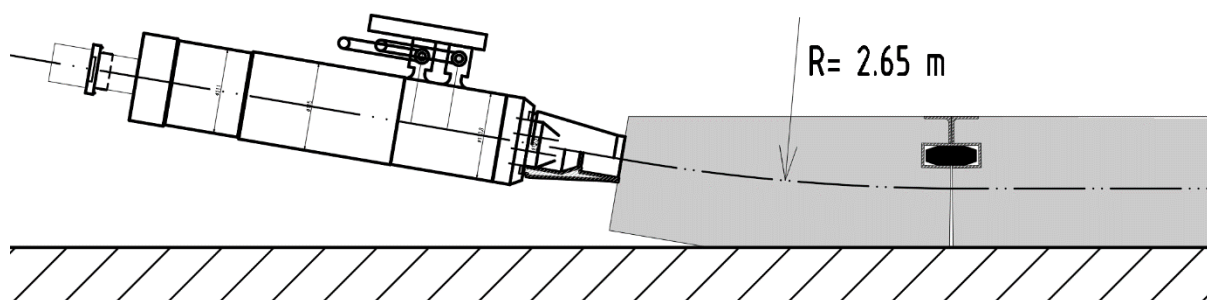


Obr. 8: Styčná škára

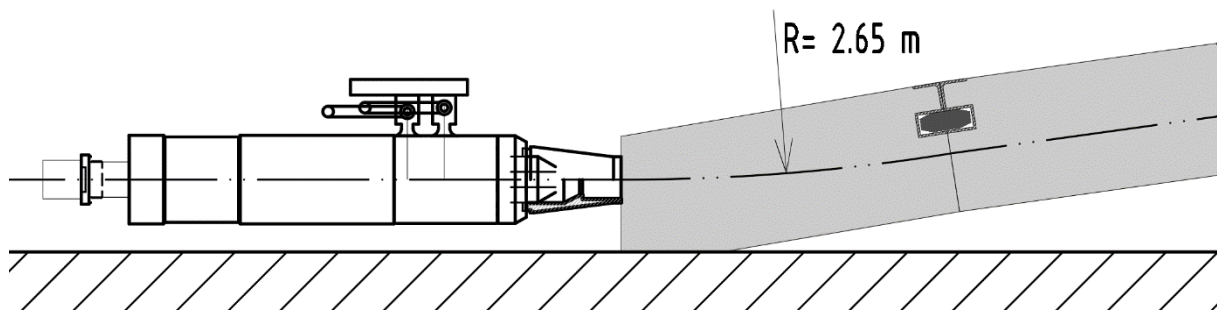
3.2 Geometria pätného segmentu

Geometriu pätného segmentu bolo nutné upraviť z dvoch dôvodov:

- zamedzenie prenosu bodového zaťaženia
- poloha predpínacej pištole



Obr. 9: Poloha predpínacej pištole po vnesení počiatočného napätia



Obr. 10: Poloha predpínacej pištole po vnesení plného napínania

4 MATERIÁLY JEDNOTLIVÝCH PRVKOV

4.1 Predpínacie laná

Predpínacie laná sú navrhnuté z dvoch lán, monostrand Y1770S7-15,3. Ich charakteristickou medzou klzu je hodnota $f_{pk} = 1770$ MPa, zmluvná medza klzu dosahuje hodnotu $f_{p0,1k} = 1560$ MPa. Prierezová plocha jedného lana $A_{p1} = 140$ mm². Youngov modul pružnosti dosahuje hodnotu $E_p = 195$ GPa.

4.2 Segmenty

Segmenty sú z betónu triedy C30/37. Charakteristická valcová pevnosť tejto triedy má hodnotu $f_{ck} = 30$ MPa, modul pružnosti $E_{cm} = 32$ GPa.

4.3 Betonárska výstuž

Betonárska výstuž triedy B500B, s charakteristickou medzou klzu $f_{yk} = 500$ MPa a Youngovým modulom pružnosti $E_s = 200$ MPa. Betonárska výstuž slúži ako konštrukčná oceľ.

4.4 Oceľ

Oceľové triedy S235, $f_y = 235$ MPa, $f_u = 360$ MPa.

Prvky z ocele sú oceľové trne, oceľové L profily a plechy.

5 ZAŤAŽENIE

- ZS0 – Vlastná tiaž: $g_{0k} = 1.4$ kN/m
- ZS1 – Ostatné stále: $g_{1k} = 0.25$ kN/m

Zábradlie

- ZS2 – Premenné: $q_k = 0,9 \text{ kN}$

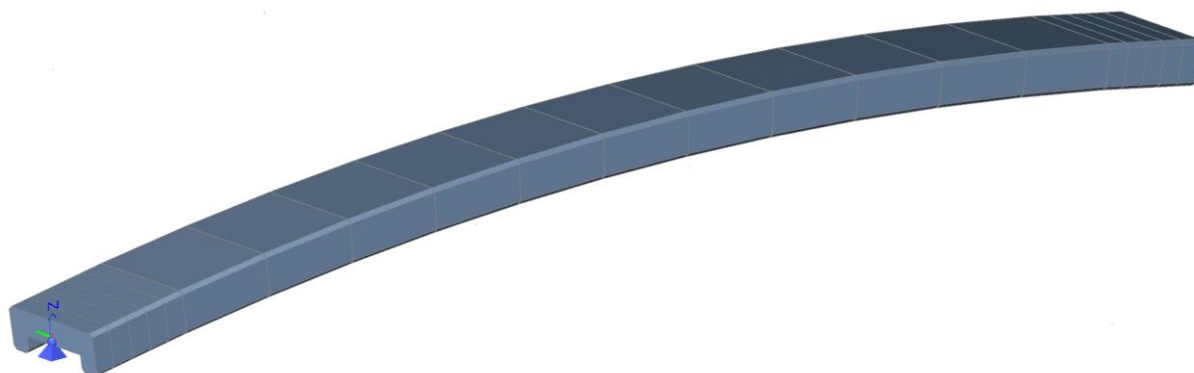
Premenné zaťaženie uvažujeme interným rozhodnutím 0,9 kN na jeden segment dĺžky 40 cm. Toto zaťaženie sa rovná zaťaženiu definovanému normou v load model 4.

- ZS3 – Predpätie: $P_{\max} = 393 \text{ kN}$

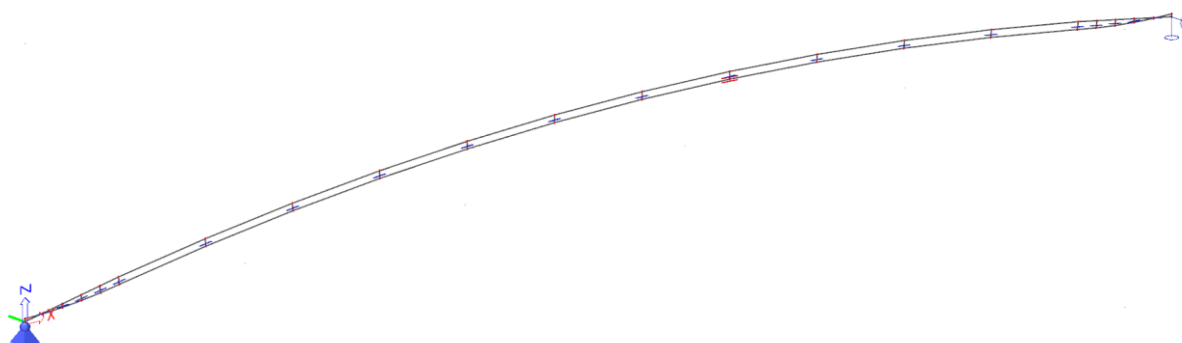
6 VÝPOČTOVÝ MODEL

Tvorba výpočtového modelu prebiehala v prostredí programu Scia Engineer 20. Použitý bol prúťový výpočtový model.

Ako predpínacie laná uvažujeme dva nesúdržné monostrandy, ktoré sú zakotvené vonkajšími aktívnymi kotvami na oboch koncoch nosníka. Keďže program Scia Engineer nedokáže pracovať s lomenými nesúdržnými predpínacími lanami, ako náhradu za ne uvažujeme jeden prút na tuhých ramenách. Náhradné predpínacie lano je zaťažené pozdĺžnym pretvorením (skrútením), simulujúcim napätie v dvoch predpínacích lanách vrátane krátkodobých a dlhodobých strát. Tuhé ramená sú opatrené posuvným uzlom v mieste styku s náhradným predpínacím lanom. Posuvný uzol je posuvný len v jednom smere, a to tangenciálne na zlom predpínacích lán, aby sa zamedzilo vznikom ohybových momentov v jednotlivých tuhých ramenách a medzi tuhými ramenami.



Obr. 11: Axonometrický pohľad na model



Obr. 12: Prúťový výpočtový model

7 POSÚDENIE KONŠTRUKCIE

Posudky lávky boli počítané podľa metódy medzných stavov. Lávka bola posudzovaná v 13 rezoch rovnomerne rozložených po celej dĺžke nosníka aby sa zamedzilo vzniku nebezpečnej a neznámej kombinácie.

Lávka sa posudzovala iba v pracovnej polohe, plne predopnutá.

7.1 Medzný stav použiteľnosti

Konštrukcia musí splniť podmienky po celú dobu životnosti. Bolo prevedené posúdenie medzného stavu obmedzenia napätia v betóne, v predpínacej výstuži aj obmedzenie vzniku trhlín. Nosník bol overovaný v trinástich rezoch rovnomerne rozmiestnených po dĺžke nosníka.

Obmedzenie napätia posudzujeme v dvoch stavoch. Prvý pozostáva z dlhodobého zakotvenia predpínacej výstuže, teda plné krátkodobé aj dlhodobé straty. Druhý stav sleduje možnosť použitia dvoch predpínacích pištolí na predpínanie a následné podržanie napätia na predpínacej pištoli. Tým pádom nedôjde ku strate poklzmom v kotevnej oblasti a napätie v lanách dosahuje vyšších hodnôt. Uvažujeme len stratu trením a relaxáciou.

7.2 Obmedzenie napätia

Tlakové napätie v betóne – nadmerné hodnoty tlakového napätia môžu v konštrukcii vyvolať nepriaznivé javy ako vznik pozdĺžnych trhlín, rozvoj mikrotrhlín alebo nadmerné hodnoty dotvarovania.

- Charakteristická kombinácia $|\sigma_c^-| \leq 0,6 * f_{ck}$
- Kvázistála kombinácia $|\sigma_c^-| \leq 0,45 * f_{ck}$
- Podmienka pre predpínaciu výstuž $\sigma_{pm} \leq 0,75 * f_{pk}$

7.2.1 Obmedzenie trhlín

Ťahové napätie v škárach medzi segmentami vyvolá otváranie škár, z toho dôvodu, zamedzujeme vzniku ťahových napätí v akomkoľvek priereze po dĺžke nosníka.

- Kvázistála kombinácia $\sigma_{c,max} \leq 0 \text{ MPa}$
- Častá kombinácia $\sigma_{c,max} \leq 0 \text{ MPa}$

7.3 Medzný stav únosnosti

7.3.1 Ohyb

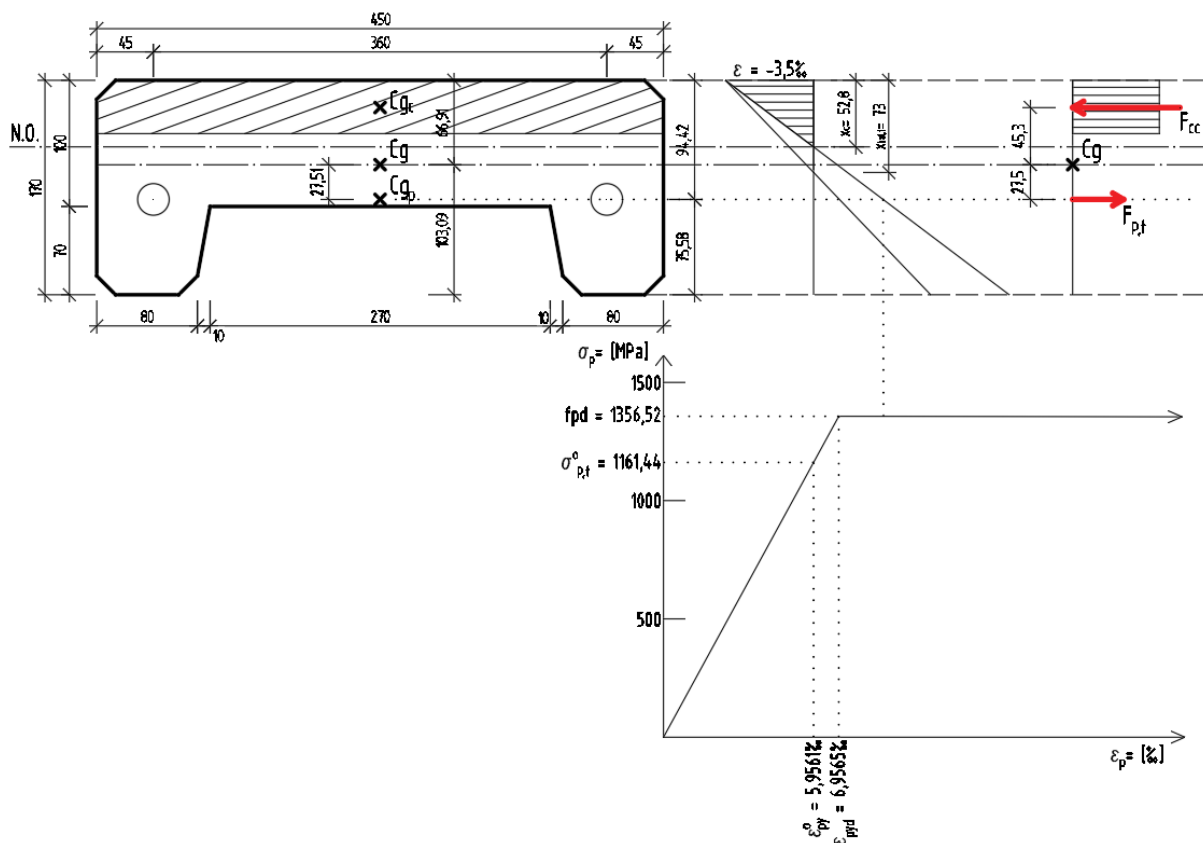
Posúdenie na ohyb prebehlo v trinástich rezoch, aby sa zamedzil výskyt neznámeho kritického miesta. Pre všetky rezy je uvažovaná kombinácia zaťaženia, ktorá vyvodzuje maximálny ohybový moment v danom mieste.

Účinok od predpínacej sily je dostatočný, z toho dôvodu je prevedený návrh betonárskej výstuže podľa konštrukčných zásad.

Predpínacou výstužou sú dva nesúdržné monostrandý, zakotvené na koncoch lávky. Po dĺžke nosníka dochádza k treniu, ktoré znižuje napätie v predpínacích lanách. Vzniknuté zvyškové napätie je v každom posudzovanom reze iné, avšak, po napnutí predpínacích lán a dosiahnutí pracovnej polohy, sa nosník zaťažuje premenným zaťažením, z toho dôvodu predpokladáme vyrovnanie napätia po celej dĺžke predpínacích lán. Vzniknuté zostatkové napätie, ktoré sme výpočtom zistili v každom z posudzovaných rezov, sme spriemerovali na jednu hodnotu zostatkového napätia.

Posúdenie v $x = 2,6 \text{ m}$

- $M_{Rd} \geq M_{Ed}$
- $M_{Rd} = F_{cc} * z_c + \Delta F_{p,t} * z_p$
- $M_{Rd} = 18,357 \text{ kN/m} \geq M_{Ed} = 11,338 \text{ kN/m}$

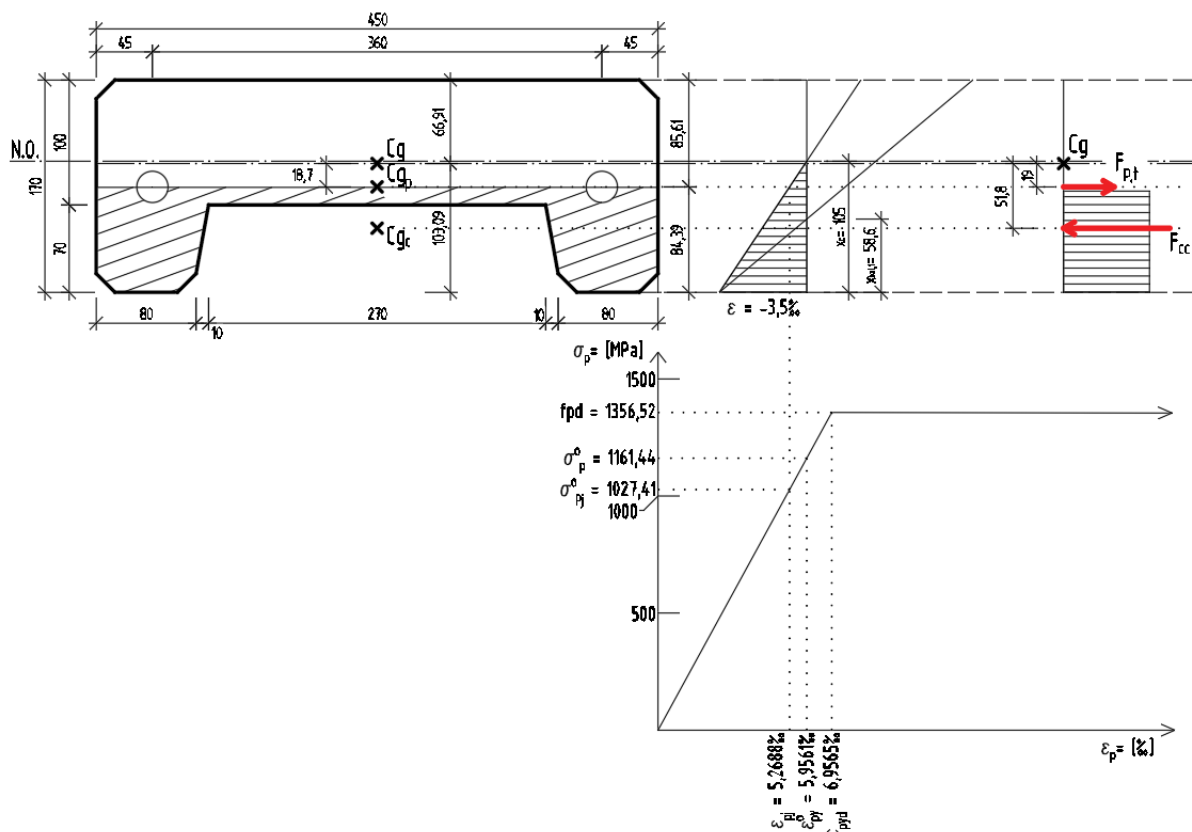


Obr. 13: Napätie v polovici rozpätia

Posúdenie v $x = 0,2 \text{ m}$

Tlačená časť betónu sa z typickej hornej časti, presunie na dolnú, ako je vidieť na Obr. 14. Dôvodom sú prevládajúce záporné momenty od predpätia, zvyškové napätie v predpínacích lanách pôsobí negatívne, čím nám znižuje únosnosť. Predpínacia výstuž nie je plne využitá, tým pádom by v lanách nezostávalo zvyškové napätie, no na stranu bezpečnú, uvažujeme spriemerované zvyškové napätie v celej dĺžke nosníka.

- $M_{Rd} \geq M_{Ed}$
- $M_{Rd} = F_{cc} * z_c - \Delta F_{p,t} * z_p$
- $M_{Rd} = -17,306 \text{ kN/m} \geq M_{Ed} = -5,026 \text{ kN/m}$



Obr. 14: Napätie pri podpore

7.3.2 Šmyk

Predpínacia výstuž má priaznivý vplyv na namáhanie posúvajúcou silou. Po celej dĺžke nosníka je únosnosť bez šmykovej výstuže dostatočná, z toho dôvodu je navrhnutá konštrukčná šmyková výstuž.

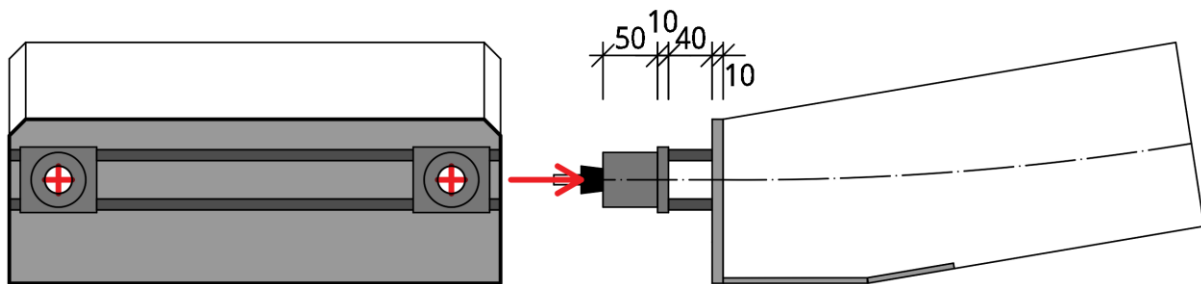
Dimenzovanie styčnej škáry na súdržnosť trením vyhovuje v plnom predpätí. Aby sa zamedzilo poškodeniu predpínacích lán počas napínania, navrhujeme medzi segmenty dva ocelové trne. Ich úlohou bude prenos šmykovej sily a zároveň udržanie správnej polohy styku dvoch segmentov.

Posúdenie – ocelový trň

- $V_{Rd} \geq V_{Ed}$
- $V_{Rd} = 111,8 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 11,31 \text{ kN}$

7.3.3 Kotevná oblasť

Kotevná oblasť tesne nevyhovuje na vznik štiepných síl, jedným z dôvodov je poloha predpínacích lán, ktoré sú situované 4,5 cm od okraja segmentu. Kotevná oblasť nevyhovuje, ani v tom prípade, že pätný segment je plného prierezu. Navýšenie únosnosti betónu v kotevnej oblasti z dôvodu vzniku trojosej napätosti uvažujeme nulové, aj napriek tomu, že geometria pätného segmentu by nám dovolila zvýšiť únosnosť betónu o 14% ako je vidieť na Obr. 15, navýšenie neuvažujeme. Z dôvodu nedostatočnej únosnosti kotevnej oblasti sme pristúpili k značne konzervatívnej konštrukčnej úprave. Kotevnú oblasť pätného segmentu sme opatrili ocelovým plechom hrúbky 10 mm a ocelovými rebrami prechádzajúcimi celou šírkou pätného segmentu. Rozmer ocelových rebier sme určili na 40×10 mm.



Obr. 15: Kotevná oblasť

8 ZÁVER

Cieľom tejto práce bolo navrhnuť a zrealizovať skúšobný model predpätej lávky. Prvú časť sa nám podarilo uskutočniť v požadovanom meradle, keďže nosník vyhovuje požiadavkám na medzný stav únosnosti a použiteľnosti po celú dobu životnosti. Druhá časť, aj vplyvom pandémie zaostala a v súčasnej dobe prebiehajú prípravné práce na výrobu danej lávky.

LITERATÚRA

- [1] ČSN EN 1992-1-1. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006.
- [2] ČSN EN 1992-2. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007.
- [3] NAVRÁTIL, J. Prestressed Concrete Structures. VŠB Technical University of Ostrava. Ostrava, 2014. ISBN 978-80-248-3625-6.
- [4] ZICH, Miloš. Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů. Praha: Dashöfer, 2010. ISBN 978-80-86897-38-7.

Použitý software

Kancelářský balík MS Office

AutoCAD 2022

Scia Engineer 2020.0

Google SketchUp 2019

ZOZNAM OBRÁZKOV

| | |
|--|----|
| Obr. 1: Prierez, variant A | 9 |
| Obr. 2: Prierez, variant B | 10 |
| Obr. 3: Prierez, variant C | 10 |
| Obr. 4: Tvar nosníka v prípravnej polohe | 11 |
| Obr. 5: Tvar nosníka v pracovnej polohe | 11 |
| Obr. 6: Priečny rez..... | 12 |
| Obr. 7: Pozdĺžny rez | 13 |
| Obr. 8: Styčná škára | 13 |
| Obr. 9: Poloha predpínacej pištole po vnesení počiatočného napätia | 13 |
| Obr. 10: Poloha predpínacej pištole po vnesení plného napínania | 14 |
| Obr. 11: Axonometrický pohľad na model..... | 15 |
| Obr. 12: Prútový výpočtový model | 15 |
| Obr. 13: Napätie v polovici rozpätia | 17 |
| Obr. 14: Napätie pri podpore..... | 18 |
| Obr. 15: Kotevná oblasť..... | 19 |